

塗装系防食材における付着性能評価手法の検討(その1)

前：日本道路公団 試験研究所 橋梁研究主幹

現：株式会社 オーデックス

技術専門委員会 上席エンジニア 樫山 好幸

財団法人 日本塗料検査協会

技術開発部 課長

山田 卓司

1. はじめに

現在コンクリート構造物へ適用した塗装系防食材の付着性能を評価する方法として、付着強さ試験(JSCE-K531-1997)で示されている単軸引張試験方法が一般的に採用されている。即ち、日本道路公団(以下、「JH」という)塗装材料規格¹⁾「付着強さ試験方法」やJIS A 6909 建築用仕上塗材に示されている付着強さ試験等は、この単軸引張試験によって付着性能を評価している。JHでは塗装系防食材の付着性能評価方法として、従来の単軸引張りに加え、剥離現象を重視した仕事量で示す評価方法を検討してきた。本号では主にその試験方法について紹介する。

2. 付着強さ試験の現状

JHではコンクリート橋の塩害、中性化対策を目的として、平成6年度にコンクリート補修材8仕様について、橋脚4本を対象に試験塗装を行うと同時に同仕様の供試体を作成して(高知県 浦戸大橋 料金所用地内)暴露試験を開始した。

試験塗装橋脚および暴露供試体について、1年目の調査では、橋脚および暴露供試体に付着性の欠陥は認められなかった。しかし3年目の調査では、試験塗装を行った橋脚でのコンクリート補修材の付着性が悪く、カッターナイフ剥離試験(塗膜表面に50×5mmにおいて素地に達するカットをダイヤモンドカッターを用いて入れ、カッターナイフの刃先で塗膜の剥離を促す)を簡易に行ったところ、一部の補修材に剥離現象が認められた(写真-1)。

また暴露供試体には、付着力低下の原因と思われる僅かな膨れの発生が認められたが、付着強さ試験によって付着力低下を検証したところ、いずれの暴露供試体もJH塗装材料規格¹⁾「付着強さ試験方法」の1.0N/mm²以上の付着力を示していた。付着強さ測定を実施した後、その

暴露供試体を詳細に観察すると、測定用治具を取り付けるためにカットした周囲で、塗膜の浮き(写真-2)が認められたものもあり、コンクリート補修材の付着性を評価するにあたり、現在の単軸引張試験だけで評価することの危険性が確認された。そこで、これらの現象を明らかにするために、付着性能を剥離現象も含めて定量的な評価ができないかという考えのもと、付着性能に関する新たな評価方法として、剥離現象を仕事量で示す剥離試験の検討を行った。

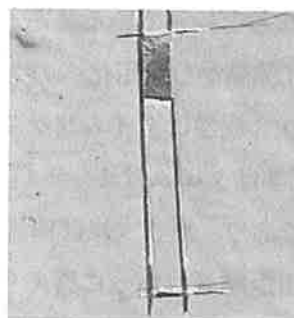


写真-1 カッターナイフ剥離試験

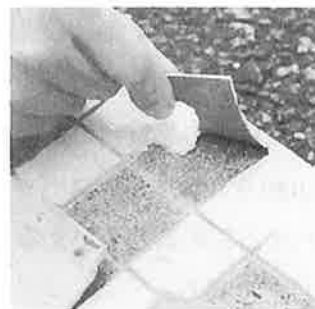


写真-2 供試体塗膜の剥離現象

3. 剥離試験条件の検討

この試験は単軸引張りによる付着強さのように、塗膜の付着面に対し垂直な力を与えるのではなく、ある程度の角度をもたせて剥離を行い、その仕事量を量ることを

表-1 接着剤および粘着テープの剥離試験条件

JIS	規格名	測定角度 (°)			試験速度 (mm/min)
		180	90	T型*	
K6256	加硫ゴムの接着試験方法	—	50±5	50±5	
K6854	接着剤の接着強さ試験方法	200±20	(例)50±5	100(金属), 10(その他)	
Z0237	粘着テープ・粘着シート試験方法	300±30	300±30	—	

* たわみ性被着材どうしをT型に接着した試料の剥離力を測定する方法

目的とした(図-1)。

付着力(剥離する際の抵抗力)を定量的に把握するために、剥離角度・剥離速度(引張速度)を変化させ、試験を行うこととした。なお、試験条件の検討にあたり、表-1に示すJISに規定されている接着剤および粘着テープなどの測定条件を参考とした。

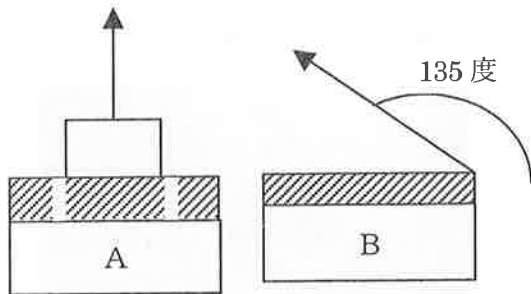


図-1 単軸引張り(A)および剥離(B)による付着性試験

(1) 剥離角度と試験速度について

表-1に示すように剥離角度は90度と180度が一般的に用いられているが、主材層が厚膜であるコンクリート構造物用塗装系防食材は、180度の折り返しに対し塗膜の割れ、折り曲げることによる余計な負荷等問題があり、測定できないものが多いと考え、90度と図-2を参考に90度と180度の中間で、測定角度が少々ずれても測

定結果に及ぼす影響の小さいと思われる135度の2水準を選定した。

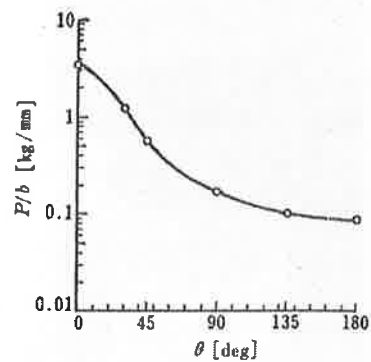


図-2 剥離強さと剥離角度

引張速度は、塗膜の強度を考慮し、50・100・300mm/minの3水準を選定し、布粘着テープによる予備試験を行い、剥離試験に適切と考えられる試験条件の設定を行った。

(2) 布粘着テープによる予備試験

①試験方法

鋼板(100×200×4mm)の上に布粘着テープの粘

表-2 予備試験測定条件結果

引張速度 剥離角度	50mm/min	100mm/min	300mm/min
90度	測定開始直後に大きなピークが現れ、同一チャート上で剥離力のバラツキが大きい。 [評価×]	チャートパターンが異なり、再現性が悪い。 [評価×]	測定開始直後に大きなピークが現れ、スタート時に異常な力がかかる。 [評価×]
135度	測定開始直後に大きなピークが現れるが、同一チャート上で剥離力のバラツキは小さい。 [評価×]	同一チャート上で剥離力のバラツキは小さく、再現性も良い。 [評価◎]	測定開始直後に大きなピークが現れ、スタート時に異常な力がかかる。 [評価×]

着面を下にして置き、重さ2kgのローラーを5往復させて鋼板に確実に貼り付け(写真-3)、剥離角度および速度を3.(1)に示す水準にて予備試験を実施した。

②試験条件の選定

表-2に布粘着テープによる予備試験を行った結果を示す。剥離試験測定条件は検討の結果、

剥離角度：135度

引張速度：100mm/min

が測定条件として適切と考え、この条件で塗膜の剥離試験を行うこととした。



写真-3 布粘着テープの貼り付け

4. 剥離試験方法

(1) 前処理

図-3に示すように幅50mm長さ60mmの素地に達するカットを行った後、端部から10mmの部分素地からカッターナイフを用いて塗膜を素地から遊離させる。

(図-3)。

長さ210mmの布粘着テープを遊離させた塗膜の下面に貼るとともに、長さ260mmの布粘着テープをカットした部

分の上面に貼り、2枚の布粘着テープで塗膜を挟み込むように接着する(図-4)。

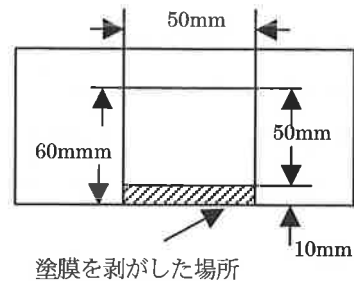


図-3 供試体のカット

(2) 測定方法

この供試体を写真-4に示すように、布粘着テープを135度方向へ引張速度100mm/minの力で引っ張り、同時に布粘着テープの引張り角度がずれないように、供試体を右方向へ移動させながら剥離状況を測定した。

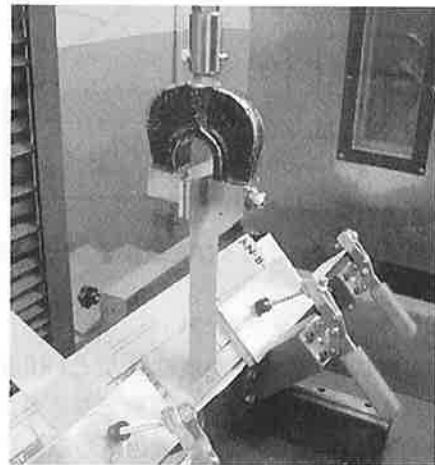


写真-4 剥離試験実施状況

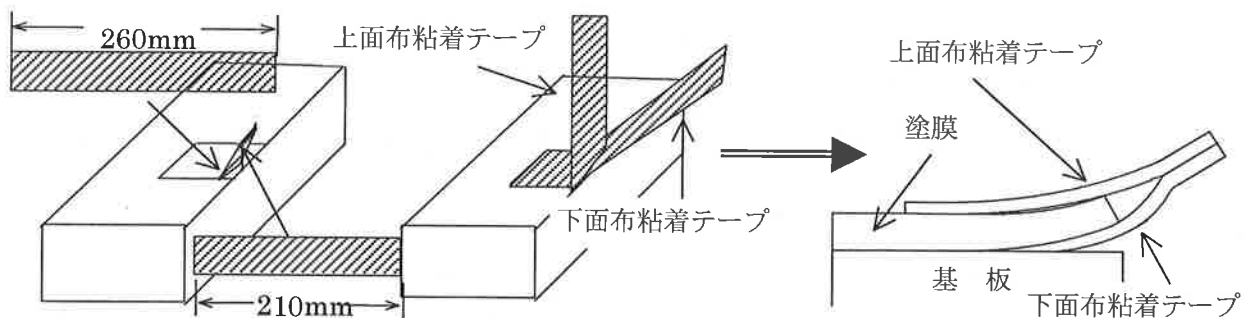


図-4 布粘着テープ貼付け位置及び貼付け方法

定 義

見掛けの剥離強さ：剥離に要した仕事量(N・mm)を剥離面積(mm²)で除した値

剥離に用いた仕事量：図-6に示す仕事量A、式(1)に示す仕事量(N・mm)

剥離面積：図-5に示す剥離面、式(4)に示す塗膜の剥離面積(mm²)

算出方法

剥離に用いた仕事量(N・mm) = 仕事量A(N・mm) - 未剥離面Cの仕事量(N・mm) (1)

未剥離面Cの仕事量 = 布粘着テープと上塗り材との見かけの剥離強さ(N・mm/mm²) × 未剥離面積C(mm²) (2)

布粘着テープと上塗り材との見かけの剥離強さ(N・mm/mm²) = 仕事量B(N・mm) ÷ 未剥離面D(mm²) (3)

剥離面積(mm²) = (50mm × a mm) - 未剥離面C(mm²) (4)

未剥離面C(mm²) = 実測

未剥離面D(mm²) = (50mm × b mm) (5)

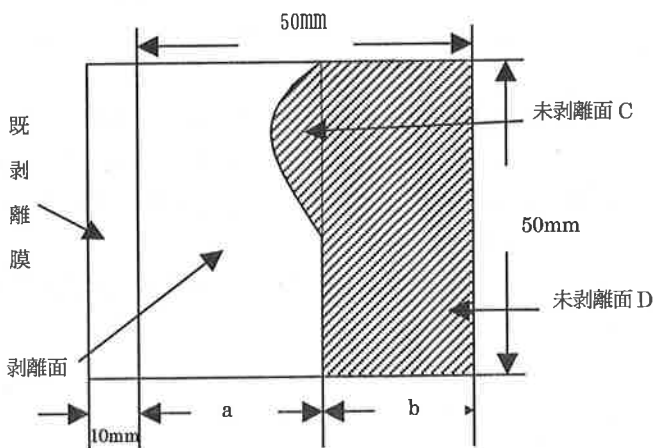


図-5 剥離面積

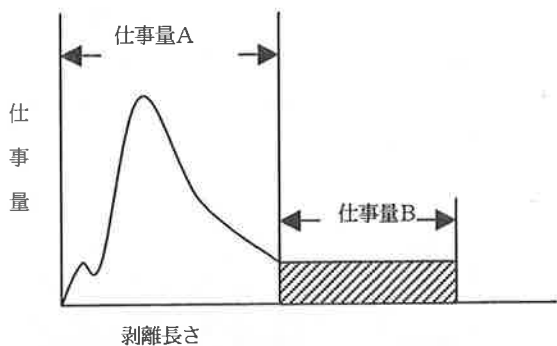


図-6 塗膜剥離仕事量

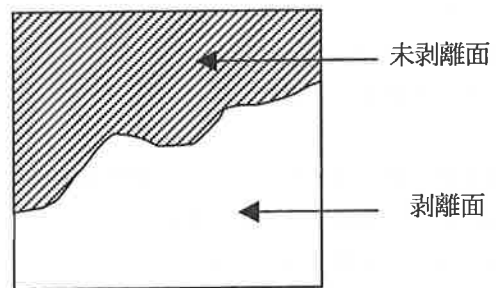


図-7 塗膜剥離状況の一例

注1) 当初、最大剥離強さを布粘着テープの剥離長さで除した「剥離抵抗値」で評価する予定であった。しかし、布粘着テープの場合は全面剥がれるため、幅50mmにおいて剥がれる長さは一定であり差し支えないが、塗膜の場合、全面剥がれる試料を除き、幅50mmにおいて剥がれる長さは一定ではない(図-7)。そこで接着力の測定方法を参考に、塗膜の粘弾性的な性質も測定結果に反映させることを考慮して、純粋な剥離強さではなく“見かけの剥離強さ”で評価することとし、剥離に要した仕事量を測定することとした。

塗膜の付着性能評価として、単軸引張りによる付着強さと剥離現象をイメージした見かけの剥離強さで検討した結果を次号で紹介する。

(3) 評価方法

以下に示す算出方法により見かけの剥離強さ^{注1)}を算出することとした。

5. 参考文献

- 1) 日本道路公団 維持管理要領(橋梁編)、第3編コンクリート構造物[II]高欄・地覆、塗装材料規格、1988. 5
- 2) 接着ハンドブック、第2版日本接着協会編、pp75-76、1980